

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月25日
Date of Application:

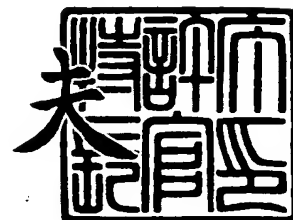
出願番号 特願2003-046720
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-046720]

出願人 株式会社豊田自動織機
Applicant(s):

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3080596

【書類名】 特許願

【整理番号】 G0169400

【提出日】 平成15年 2月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02D 13/02
F02D 41/04

【発明の名称】 内燃機関及び内燃機関用制御装置

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 葛山 裕史

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 河合 健二

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機

【代理人】

【識別番号】 100089196

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶 良之

【選任した代理人】

【識別番号】 100104226

【弁理士】

【氏名又は名称】 須原 誠

【先の出願に基づく優先権主張】**【出願番号】** 特願2002-344941**【出願日】** 平成14年11月28日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 014731**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【物件名】** 委任状 1**【援用の表示】** 特願 2 0 0 2 - 3 4 4 9 4 1 の平成 1 4 年 1 2 月 4 日

付提出の代理権変更届に添付の

ものを援用する。

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関及び内燃機関用制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気行程から吸気行程にかけて、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を設定可能な内燃機関において、

燃焼室内に向けて燃料を噴射可能な燃料噴射弁を備え、

前記排気弁の閉弁時期が、吸入上死点よりも進角側のタイミングに設定され、

前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間中に、前記燃料噴射弁から噴射された燃料が、前記燃焼室内に残留したガスとともに加圧されることを特徴とする内燃機関。

【請求項 2】 前記燃料噴射弁から燃料が前記燃焼室内に噴射されるタイミングが、前記閉弁時期の直前であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】 前記燃料噴射弁から燃料が前記燃焼室内に噴射されるタイミングが、前記閉弁時期の直後であることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 4】 前記内燃機関は、予め燃料が空気に混合された混合気が前記燃焼室内に吸入される予混合圧縮着火機関であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関。

【請求項 5】 前記内燃機関は、前記燃焼室内には燃料が混合されていない空気が吸入され、前記燃料噴射弁からは主燃焼用の燃料も噴射されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内燃機関。

【請求項 6】 前記燃料噴射弁から噴射される燃料の量又は前記燃焼室内に噴射されるタイミングは変更可能であるとともに、前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間は、固定して設定されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の内燃機関。

【請求項 7】 前記吸気弁の開弁時期が吸入上死点付近のタイミングに設定されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関。

【請求項 8】 吸気弁及び排気弁の開閉タイミングを変更可能な可変バルブ

タイミング機構と、

前記排気弁の開弁時期をピストンの吸入上死点よりも進角側のタイミングに設定するとともに、排気行程から吸気行程にかけて前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間が存在するように、前記可変バルブタイミング機構を制御する吸排気弁開閉タイミング制御手段と、

前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間中に、噴射された燃料が燃焼室内に残留するガスとともに加圧されるように、燃焼室内に燃料を噴射可能な燃料噴射弁と、を備えることを特徴とする内燃機関用制御装置。

【請求項 9】 前記燃料噴射弁は、前記閉弁時期の直前のタイミングで燃料を前記燃焼室内に噴射することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関用制御装置。

【請求項 10】 前記燃料噴射弁は、前記閉弁時期の直後のタイミングで燃料を前記燃焼室内に噴射することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関用制御装置。

【請求項 11】 前記吸排気開閉タイミング制御手段は、前記吸気弁の開弁時期が吸入上死点付近のタイミングとなるように、前記可変バルブタイミング機構を制御することを特徴とする請求項 8～10 のいずれかに記載の内燃機関用制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を設定可能な内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、4 サイクル内燃機関においては、混合気をリーン化することによって作動流体の比熱比を大きくして理論熱効率を向上させることが知られている。しかし、ガソリンエンジンの場合、着火タイミングを制御する観点から火花点火が行われるが、点火による火炎核形成及び火炎伝播が困難になることから、着火

性が問題となって、リーン化に限界がある。また、天然ガス、プロパンガス等を用いるガスエンジンの場合であっても、ガソリンと同様に着火しにくいいため、ガソリンエンジンと同様の問題が生じる。一方、軽油を用いたディーゼルエンジンの場合、着火性が良好で自着火が行われ、大幅なリーン化が可能であるが、煤が発生し易く、NO_x排出の問題がある。したがって、高熱効率・低NO_x化の観点からは、ガソリン、天然ガス等の着火しにくい燃料であっても着火性の向上が図られることが望まれる。

【0003】

着火性を促進するという観点からは、吸排気弁の開閉タイミングを調整する可変バルブタイミング機構を備えて吸排気弁がともに閉じている期間を設定可能な内燃機関が知られている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。下記特許文献1には、高負荷時は点火装置にて混合気に点火させる一方、低負荷時には排気弁の閉弁時期をピストン上死点前の排気行程途中に進角されるバルブタイミングに設定するものが記載されている。また、下記特許文献2にも、排気バルブの閉弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御するものが記載されている。このように、吸排気弁がともに閉じている期間を吸入上死点よりも進角側に設けることで、残留ガスをトラップして新たに吸入される空気を加熱し、着火の促進を図っている。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-64863号公報（第2-5頁、第4図）

【特許文献2】

特開2001-355462号公報（第2-3頁、第7頁、第8図）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

前述の従来技術では、着火性がトラップされる残留ガスの加熱効果に依存するため、着火性を促進するにはトラップされる残留ガスの量を増やす必要がある。しかしながら、トラップされる残留ガスの量が増えると、前記ガスの圧縮・膨張が行われることによる熱損失やポンプロスが大きくなって熱効率が低下するとい

う背反する問題がある。また、新たに吸入される空気の吸気量が減少してしまうため、運転可能負荷範囲が限られてしまうという問題もある。

【0006】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、高熱効率化・低NO_x化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる、内燃機関及び内燃機関用制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために請求項1に記載の内燃機関は、排気行程から吸気行程にかけて、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を設定可能な内燃機関において、燃焼室内に向けて燃料を噴射可能な燃料噴射弁を備え、前記排気弁の閉弁時期が、吸入上死点よりも進角側のタイミングに設定され、前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間中に、前記燃料噴射弁から噴射された燃料が、前記燃焼室内に残留したガスとともに加圧されることを特徴とする。

【0008】

ここで、「吸入上死点」とは、ピストン上死点であって、吸気行程が開始するタイミング付近の上死点をいう。

また、「吸入上死点よりも進角側」とは、ピストンが吸入上死点に達する時点よりも早い時点をいう。

【0009】

請求項1に記載の構成によると、吸入上死点よりも進角側のタイミングで排気弁が閉弁されて吸気弁及び排気弁がともに閉じた状態になるため、排気弁の閉弁時期から吸入上死点までの期間中にピストンの上昇とともに、噴射された燃料が残留したガスとともに加圧される。そして、この加圧過程で高温高压になった燃料が改質され、着火促進剤となる。なお、「改質」とは、燃料噴射弁から噴射された燃料が、燃焼室内に残留したガスとともに加圧されて高温高压になり、ホルムアルデヒド等の着火促進剤に転化されることをいう。また、転化する反応の途中でOH等の中間生成物を生成する反応も含まれるものである。吸気弁が開いて

新たに空気又は混合気が吸入されると、新しい空気又は混合気が、改質された着火しやすい燃料を含む高温の残留ガスと混合されるため、着火性が向上することになる。このため、従来技術のように着火促進の目的で排気弁の閉弁時期を吸入上死点よりもかなり進角側に設定するような必要がなく、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を短く設定することができる。これにより、トラップされる残留ガス量を減少でき、残留ガスの圧縮・膨張が行われることによる熱損失やポンプロスを抑制し、熱効率の低下を抑えることができる。また、トラップする残留ガス量を減少できるため、新たに吸入される空気又は混合気の吸入量が減少してしまうことを抑制でき、運転可能負荷範囲も拡大することができる。したがって、高熱効率化・低NO_x化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる内燃機関を実現できる。

【0010】

請求項2に記載の内燃機関は、請求項1において、前記燃料噴射弁から燃料が前記燃焼室内に噴射されるタイミングが、前記閉弁時期の直前であることを特徴とする。

【0011】

この構成によると、燃料噴射時においては、まだ残留ガスがトラップされて加圧が開始される前の状態であり、燃焼室内が低圧の状態であるため、燃料噴射圧も低くすることができ、装置構成を簡略化できる。

【0012】

請求項3に記載の内燃機関は、請求項1において、前記燃料噴射弁から燃料が前記燃焼室内に噴射されるタイミングが、前記閉弁時期の直後であることを特徴とする。

【0013】

この構成によると、燃料噴射時には、既に吸気弁及び排気弁ともに閉じた状態になっているため、噴射した燃料が燃焼室外に漏れることがない。また、排気弁の閉弁時期の直後であるため、燃焼室内の圧力が上昇を開始したばかりのタイミングであり、比較的到低圧の状態で燃料噴射を行うことができる。即ち、燃料噴

射用の加圧装置を省略できるか、又は加圧装置を設けたとしても低圧の状態で燃料を噴射できれば十分な程度の仕様の加圧装置を設けることで対応できる。

【0014】

請求項4に記載の内燃機関は、請求項1～3のいずれかにおいて、前記内燃機関は、予め燃料が空気に混合された混合気が前記燃焼室内に吸入される予混合圧縮着火機関であることを特徴とする。

【0015】

この構成によると、着火しにくいガソリン、天然ガス等の燃料を用いても着火が容易になり、熱効率の高い予混合圧縮着火を実現できるため、高熱効率化と低NO_x化とを両立することができる。

【0016】

請求項5に記載の内燃機関は、請求項1～3のいずれかにおいて、前記内燃機関は、前記燃焼室内には燃料が混合されていない空気が吸入され、前記燃料噴射弁からは、主燃焼用の燃料も噴射されることを特徴とする。

【0017】

この構成によると、残留ガスとともに加圧された燃料によって着火性を向上させた上で、同じ燃料噴射弁より圧縮上死点付近で主燃焼用の燃料を噴射し、主燃焼を行う。したがって、予め燃料が混合された混合気を作るための装置を別途設ける必要がなく、装置構成を簡略化できる。

【0018】

請求項6に記載の内燃機関は、請求項1～5のいずれかにおいて、前記燃料噴射弁から噴射される燃料の量又は前記燃焼室内に噴射されるタイミングは変更可能であるとともに、前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間は、固定して設定されていることを特徴とする。

【0019】

この構成によると、噴射する燃料の量又は噴射のタイミングにより改質される燃料の量を調整できるため、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を固定しても、着火性を制御することができる。したがって、吸排気弁の開閉タイミングを調整する可変バルブタイミング機構を不要にすることができる。

【0020】

請求項7に記載の内燃機関は、請求項1～6のいずれかにおいて、前記吸気弁の開弁時期が吸入上死点付近のタイミングに設定されていることを特徴とする。

【0021】

この構成によると、ピストンが吸入上死点に至った状態（即ち、トラップ後の残留ガスが高温高压となり且つ内部の燃料が改質された状態）において吸気弁が開弁されるので、改質された燃料を含む高温の残留ガスが吸気側に噴出・逆流して吸気側の空気または混合気と混合し、吸気の加熱が行われることになる。従って、吸気が高温となって、着火性を一層向上できる。また、トラップ後の残留ガスはピストンによりほぼ最大限に圧縮され、その仕事分だけ高温高压となった状態で、吸気側の空気または混合気と混合することになる。従って、吸気側の空気または混合気と混合される時点での前記燃料の改質量がより増大し、これによっても着火性の一層の向上が実現される。

【0022】

請求項8に記載の内燃機関用制御装置は、吸気弁及び排気弁の開閉タイミングを変更可能な可変バルブタイミング機構と、前記排気弁の開弁時期をピストンの吸入上死点よりも進角側のタイミングに設定するとともに、排気行程から吸気行程にかけて前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間が存在するように、前記可変バルブタイミング機構を制御する吸排気弁開閉タイミング制御手段と、前記吸気弁と前記排気弁とがともに閉じている期間中に、噴射された燃料が燃焼室内に残留するガスとともに加圧されるように、燃焼室内に燃料を噴射可能な燃料噴射弁と、を備えることを特徴とする。

【0023】

ここで、「吸入上死点」、「吸入上死点よりも進角側」については、それぞれ前述した意味と同様である。

上記構成によると、吸排気弁開閉タイミング制御手段により、内燃機関は、吸入上死点よりも進角側のタイミングで排気弁が開弁されて吸気弁及び排気弁がともに閉じた状態となるように制御される。そして、排気弁の開弁時期から吸入上死点までの期間中にピストンの上昇とともに、噴射された燃料が残留したガスと

ともに加圧されるように、燃料噴射弁から燃料が噴射され、この加圧過程で高温高圧になった燃料が改質され、着火促進剤となる。吸気弁が開いて新たに空気又は混合気が吸入されると、新しい空気又は混合気が、改質された着火し易い燃料を含む高温の残留ガスと混合されるため、着火性が向上することになる。このため、従来技術のように着火促進の目的で排気弁の閉弁時期を吸入上死点よりもかなり進角側に設定するような必要がなく、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を短く設定することができる。これにより、トラップされる残留ガスを減少でき、残留ガスの圧縮・膨張が行われることによる熱損失やポンプロスを抑制し、熱効率の低下を抑えることができる。また、トラップする残留ガスを減少できるため、新たに吸入される空気又は混合気の吸入量が減少してしまうことを抑制でき、運転可能負荷範囲も拡大することができる。したがって、内燃機関において、高熱効率化・低 NO_x 化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる。

【0024】

また、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を変更することによって、燃料噴射弁より噴射された燃料中、改質される燃料の割合・量を調整することができる。このため、適切に着火性を調整することができる。

【0025】

請求項9に記載の内燃機関用制御装置は、請求項8において、前記燃料噴射弁は、前記閉弁時期の直前のタイミングで燃料を前記燃焼室内に噴射することを特徴とする。

【0026】

この構成によると、当該制御装置が備えられる内燃機関においては、燃料噴射時には、まだ残留ガスがトラップされて加圧が開始される前の状態であり、燃焼室内が低圧の状態であるため、燃料噴射圧も低くすることができる。したがって、当該制御装置が備えられる内燃機関の装置構成を簡略化できる。

【0027】

請求項10に記載の内燃機関用制御装置は、請求項8において、前記燃料噴射

弁は、前記閉弁時期の直後のタイミングで燃料を前記燃焼室内に噴射することを特徴とする。

【0028】

この構成によると、当該制御装置が備えられる内燃機関において、燃料噴射時には、既に吸気弁及び排気弁ともに閉じた状態になっているため、噴射した燃料が燃焼室外に漏れることがない。また、排気弁の閉弁時期の直後であるため、燃焼室内の圧力が上昇を開始したばかりのタイミングであり、比較的到低圧の状態で燃料噴射を行うことができる。即ち、当該制御装置が備えられる内燃機関の燃料噴射用の加圧装置を省略できるか、又は加圧装置を設けたとしても低圧の状態で燃料を噴射できれば十分な程度の仕様の加圧装置を設けることで対応できる。

【0029】

請求項11に記載の内燃機関は、請求項8～10のいずれかにおいて、前記吸気開閉タイミング制御手段は、前記吸気弁の開弁時期が吸入上死点付近のタイミングとなるように、前記可変バルブタイミング機構を制御することを特徴とする。

【0030】

この構成によると、当該制御装置が備えられる内燃機関において、ピストンが吸入上死点に至った状態（即ち、トラップ後の残留ガスが高温高压となり且つ内部の燃料が改質された状態）において吸気弁が開弁されるので、改質された燃料を含む高温の残留ガスが吸気側に噴出・逆流して吸気側の空気または混合気と混合し、吸気の加熱が行われることになる。従って、吸気が高温となって、着火性を一層向上できる。また、トラップ後の残留ガスはピストンによりほぼ最大限に圧縮され、その仕事分だけ高温高压となった状態で、吸気側の空気または混合気と混合することになる。従って、吸気側の空気または混合気と混合される時点での前記燃料の改質量がより増大し、これによっても着火性の一層の向上が実現される。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0032】

図1は、内燃機関を備えるガスヒートポンプの系統図の一例を示したものである。本発明の実施形態に係る内燃機関は、例えば、図1に例示するようなガスヒートポンプ100において用いることができる。このガスヒートポンプ100は、天然ガス等を用いた内燃機関（ガスエンジン）によってヒートポンプサイクルを駆動し、冷暖房を行うものであり、図1には、暖房サイクルとして機能している場合の系統を例示している。

【0033】

ガスヒートポンプ100は、室外機101と室内機102とを備えており、室外機101は、本実施形態に係る内燃機関（ガスエンジン）1、内燃機関1によって駆動されるコンプレッサー103、熱交換器104及び105、膨張弁106等を備えている。冷媒は、室内機102側の熱交換器で凝縮され、液化することで熱を放出し、室内を暖房した後（矢印a）、膨張弁106を通過して膨張し、低温・低圧の液体になる（矢印b）。そして、室外機101の熱交換器104で蒸発して吸熱し、低温低圧の気体になり（矢印c）、コンプレッサー103で圧縮されて高温・高圧の気体になる（矢印d）。その後、再び、室内機102で液化して熱を放出して、暖房サイクルを繰り返す。また、図1では、内燃機関1の排熱を利用して温水を循環し、冷媒と熱交換器105で熱交換を行うサイクルを例示している。

【0034】

なお、本実施形態に係る内燃機関1は、上述したガスヒートポンプに用いることができるが、必ずしもこの例に限られず、自動車用エンジン等種々の4サイクル内燃機関において適用可能なものである。

【0035】

以下、本実施形態に係る内燃機関1について説明する。図2は、内燃機関1をその制御構成を説明するブロック図とともに示した概略図であり、図3は、内燃機関1の装置構成の一部を示す模式図である。図2においては、内燃機関1に備えられるシリンダブロック11、ピストン12、シリンダヘッド13、吸気弁14、排気弁15を示している。なお、シリンダブロック11、ピストン12、シ

リンダヘッド 13 によって燃焼室 16 が形成され、シリンダヘッド 13 には、吸気ポート 17 及び排気ポート 18 が形成されている。また、内燃機関 1 の図示しない吸気側カム軸及び排気側カム軸には、吸気弁 14 及び排気弁 15 の開閉タイミング（開弁時期及び閉弁時期）を独立して変更可能な可変バルブタイミング機構 19、20 が設けられており、図示しないクランク軸に対する各カム軸の回転位相を調整して吸排気弁（14、15）の開閉を行えるようになっている。また、これにより、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間を任意に設定可能になっている。なお、可変バルブタイミング機構 19 及び 20 は、それぞれ吸気側油圧制御弁 21 及び排気側油圧制御弁 22 で油圧が制御されることにより開閉タイミングの調整を行うようになっており、例えば、特開 2001-355462 号公報に記載されているもの等種々のものを用いることができる。

【0036】

また、図 3 に示すように、内燃機関 1 は、予め燃料が空気に混合された混合気が吸気される予混合圧縮着火機関であり、ミキサ 23 により天然ガス、プロパンガス等の燃料ガスが、吸気された空気と混合され、吸気ポート 17 から燃焼室 16 内に吸気される。また、内燃機関 1 は、燃焼室 16 内に向けて燃料を噴射可能な燃料噴射弁 24 を備えている。この燃料噴射弁 24 からは、ミキサ 23 で空気と混合される主燃焼用の燃料ガスと同一の燃料が噴射される。

【0037】

次に、内燃機関 1 に備えられる内燃機関用制御装置 10 について説明する。図 2 において、内燃機関用制御装置 10 は、吸排気弁（14、15）の開閉タイミングを変更可能な可変バルブタイミング機構（19、20）と、各油圧制御弁（21、22）と、燃料噴射弁 24 と、内燃機関 1 の諸制御を行うエンジンコントロールユニット（ECU）25 とを備えている。

【0038】

ECU 25 は、可変バルブタイミング機構（19、20）を制御する吸排気弁開閉タイミング制御部（吸排気弁開閉タイミング制御手段）26 と、燃料噴射弁 24 から噴射される燃料の量及び燃料が噴射されるタイミングを制御する燃料噴射弁制御部（燃料噴射弁制御手段）27 とを備えている。そして、ECU 25 に

は、クランク軸に取り付けられて所定のクランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサ 28、吸気側カム軸及び排気側カム軸にそれぞれ取り付けられて所定のカム角毎にカム角信号を出力する吸気側カム角センサ 29 及び排気側カム角センサ 30、室内機 102 の設定運転条件を負荷信号として出力する（又は、コンプレッサー 103 の運転状況を検知して負荷信号として出力する）負荷センサ 31 等の各センサが接続され、各センサからの信号を受信可能になっている。また、ECU 25 は、各油圧制御弁（21、22）及び燃料噴射弁 24 とともに接続され、後述のように、これらを制御することができるようになっている。

【0039】

なお、ECU 25 は、図示しないハードウェア構成として、CPU（Central Processing Unit）と ROM（Read Only Memory）とを内蔵している。ROM は、読み出し専用の記憶装置であって、内燃機関 1 の動作を制御するために用いられる各種プログラムが格納されている。CPU は、受信した各種信号や ROM に格納された各種プログラムに基づいて各種演算及び処理を行い、各油圧制御弁（21、22）及び燃料噴射弁 24 の制御を行う。即ち、これらのハードウェア及びソフトウェアが組み合わされることによって、吸排気弁開閉タイミング制御部 26 及び燃料噴射弁制御部 27 が、ECU 25 内に構築されている。

【0040】

吸排気弁開閉タイミング制御部 26 は、負荷センサ 31 からの負荷信号に応じて吸気弁 14 及び排気弁 15 がともに閉じている期間を設定するとともに、吸気弁 14 及び排気弁 15 の各開閉タイミングを設定する。このとき、排気弁 15 の閉弁時期をピストン 12 の吸入上死点よりも進角側に設定するとともに、吸気弁 14 の開弁時期を、同程度、ピストン 12 の吸入上死点よりも遅角側に設定する。このように、排気行程から吸気行程にかけて吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間が存在するように、吸排気弁（14、15）の目標開閉タイミングの設定を行う。そして、クランク角センサ 28、各カム角センサ（29、30）、各油圧制御弁（21、22）からの各フィードバック信号をもとに、実際の吸排気弁（14、15）の開閉タイミングを求め、各油圧制御弁の指令を調節し、吸排気弁（14、15）の開閉タイミングが、目標の開閉タイミングに追従

するように、各可変バルブタイミング機構（19、20）のフィードバック制御を行う。

【0041】

燃料噴射弁制御部27は、吸排気弁開閉タイミング制御部26で設定された吸排気弁（14、15）の目標開閉タイミングに応じて燃料噴射弁24から燃料を噴射する目標噴射タイミングを設定する。また、燃料噴射弁制御部27は、噴射する燃料の目標量も設定する。燃料噴射弁24から噴射される燃料は、クランク角センサ28の出力信号より演算されるエンジン回転数と、負荷センサ31の出力信号等より演算される内燃機関1の負荷より、目標噴射量が設定される。そして、目標噴射タイミングになると、燃料噴射弁24に対して燃料噴射指令を発し、目標タイミングで目標噴射量の燃料が噴射されるように燃料噴射弁24の制御を行う。

【0042】

図4は、吸気弁14及び排気弁15の開閉タイミングと、燃料噴射タイミングとの関係を模式的に示したものである。内燃機関1において、まず、膨張行程が終了するタイミング付近で排気弁15が開いて（EVO）、排気行程が開始する。そして、内燃機関用制御装置10による上記の制御が行われることで、排気弁15の閉弁時期（EVC）の直前のタイミングで、燃料噴射弁24からエンジン回転数及び負荷に応じた目標噴射量の燃料が燃焼室16内に噴射される。燃料噴射後は、排気弁15は閉じられ（EVC）、吸入上死点を経た後に吸気弁14が開くまで（IVO）、吸気弁14と排気弁15とがともに閉じている期間Tとなる。このため、排気弁15の閉弁時期（EVC）から吸入上死点までの期間中にピストン12の上昇とともに、噴射された燃料が、燃焼室16内にトラップされて残留したガスとともに加圧される。そして、この加圧過程で高温高压になった燃料が改質され、着火促進剤となる。吸入上死点を経過した後に吸気弁14が開き（IVO）、吸気弁14が閉じる（IVC）までに吸気ポート17から新たに混合気が吸気され、改質された着火し易い燃料を含む高温の残留ガスと混合され、混合気の着火性が向上することになる。このため、着火促進の目的で排気弁15の閉弁時期（EVC）を吸入上死点よりもかなり進角側に設定するような必要

がなく、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間 T を短く設定することができる。

【0043】

上記のように、内燃機関用制御装置 10 によって制御される燃焼噴射タイミングが、排気弁 15 の閉弁時期（EVC）の直前であると、燃料噴射時においては、まだ残留ガスがトラップされて加圧が開始される前の状態であり、燃焼室 16 内が低圧の状態であるため、燃料噴射圧も低くすることができ、内燃機関 1 の燃料系の装置構成を簡略化できる。また、まだ開いた状態の排気弁 15 から外部に燃料が漏れてしまうことを最小限に抑制できる。

【0044】

なお、燃料噴射タイミングは、必ずしも閉弁時期（EVC）の直前である必要はなく、噴射された燃料が、燃焼室 16 内に残留したガスとともに加圧されるものであれば、どのタイミングであってもよい。また、閉弁時期（EVC）よりも早いタイミング（進角側）でなく、遅いタイミング（遅角側）となるように制御するものであってもよい。この場合、燃料噴射タイミングは、閉弁時期（EVC）の直後となるように制御することが望ましい。閉弁時期（EVC）の直後のタイミングに制御した場合、燃料噴射時には、既に吸気弁 14 及び排気弁 15 とともに閉じた状態になっているため、噴射した燃料が燃焼室 16 の外部に漏れることがない。また、閉弁時期（EVC）の直後であるため、燃焼室 16 内の圧力が上昇を開始したばかりのタイミングであり、比較的到低圧の状態に燃料噴射を行うことができる。即ち、燃料噴射用の加圧装置を省略できるか、又は加圧装置を設けたとしても低圧の状態に燃料を噴射できれば十分な程度の仕様の加圧装置を設けることで対応できる。

【0045】

本実施形態において、排気行程から吸気行程にかけて吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間の長さ、及び、燃料噴射弁 24 からの燃料の噴射量、の制御内容は以下の通りである。

【0046】

改質される燃料の量（以下、「改質量」という）は、燃料噴射弁 24 からの噴

射量に比例し、あるいは、燃料噴射弁 24 から噴射された燃料が加圧される時間、例えば、排気弁 15 の閉弁直前に燃料を噴射した場合、吸排気弁（14、15）の閉じている期間の長さに比例する。改質量が増加すると、着火性が向上するので、着火不良が改善し、あるいは、圧縮着火時の着火タイミングが早くなる（進角する）。

【0047】

内燃機関 1 が低負荷状態となった時には、混合気として供給される燃料の量が減るため、着火性が悪化する。この場合は、吸排気弁（14、15）がともに閉じている期間を延ばし、改質量を増やすことで、着火性を改善する。燃料噴射弁 24 からの噴射量を増やすことで着火性を改善することもできるが、低負荷時には供給されるべき燃料の目標値が少ないため、燃料噴射弁 24 からの噴射量もあまり増やすことはできない。よって、吸排気弁（14、15）がともに閉じている期間を延ばす制御を優先し、改質量を増加させる。

【0048】

一方、内燃機関 1 が高回転状態となった時には、燃料噴射弁 24 からの噴射量を増やすことで、着火性を向上し、圧縮着火時の着火タイミングを進角させる。エンジン回転数が高くなった状態では、クランク角に対する吸排気弁（14、15）の開閉タイミングが同じでも、弁が開いている時間、特に、吸気を行える時間自体が短くなる。このため、十分な混合気を吸入する都合上、吸排気弁（14、15）がともに閉じている期間を長くすることは難しい。よって、主には、燃料噴射弁 24 からの噴射量を増やすことで、改質量を増加させるように制御する。

【0049】

図 5 は、内燃機関 1 の制御例を説明する図であって、吸排気弁（14、15）のバルブリフト量をクランク角の変化とともに示したものである。なお、図 5 は、エンジン回転数が高くなっている状態（高回転状態）での制御例を示したものである。排気弁 15 が開いて（EVO）、排気弁 15 のバルブリフト量の上昇が開始し、ピストン 12 が下死点①に達して以降は、ピストン 12 の上昇とともに燃焼後の排気が燃焼室 16 から排出されていく。そして、排気弁 15 のバルブリ

フト量のピークを過ぎて下降を開始し、ピストン 12 が吸入上死点②に達する前に排気弁 15 が閉じられる (EVC)。このとき、排気弁 15 の閉弁時期 (EVC) の直前のタイミングで燃料噴射弁 24 から必要な改質量を確保できる目標燃料量の燃料の噴射が行われる。そして、ピストン 12 が吸入上死点②に達した後に、吸気弁 14 が開き始める (IVO)。吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間 T の間は、噴射された燃料は、燃焼室 16 内の残留ガスとともに加圧されて着火促進剤へと改質される。吸気弁 14 が開いた後は、ピストン 12 が下死点③に達するまでは吸気が行われ、圧縮上死点④までは圧縮行程が行われる。そして、圧縮上死点④付近で自着火が行われ、燃焼行程へといたる。

【0050】

この内燃機関 1 においては、吸排気弁 (14、15) がともに閉じている期間 T の間に、噴射した燃料を着火促進剤へと改質して吸入される混合気の着火性を向上させることができるため、内燃機関 1 が高回転状態のときに、図 5 に示すように、期間 T を大幅に短期間に設定することができる。これにより、トラップされる残留ガス量を減少でき、残留ガスの圧縮・膨張が行われることによる熱損失やポンプロスを抑制し、熱効率の低下を抑えることができる。また、トラップする残留ガス量を減少できるため、新たに吸入される混合気の吸気量が減少してしまうことを抑制でき、運転可能負荷範囲も拡大することができる。なお、内燃機関 1 が低負荷状態のときは、期間 T は、高回転状態のときよりも長くなるように制御されるが、その場合でも、従来の内燃機関に比して、期間 T を短期間に設定することができる。

【0051】

なお、図 6 は、ポンプロスを抑制することができるメカニズムを説明するためにシリンダ内圧力とシリンダ内体積との関係を示したものである。図 6 (a) は、従来の内燃機関の場合を、図 6 (b) は、内燃機関 1 の場合をそれぞれ示している。図 6 (a) において、圧縮行程 A1 及び燃焼行程 B1 を経て排気行程 C1 へと至ると、従来の内燃機関の場合、吸排気弁がともに閉じている期間 T を大きくとる必要があるため、高温で多量の残留ガスを圧縮・膨張させることによる熱損失及びポンプロス L1 が発生する。一方、図 6 (b) に示す内燃機関 1 の場合

、圧縮行程 A 2 及び燃焼行程 B 2 を経て排気行程 C 2 へと至っても、排気弁 1 5 の閉弁時期 (E V C) を従来に比して遅く設定し、吸排気弁 (1 4、1 5) がともに閉じている期間 T を短く設定することができる。このため、排気弁 1 5 の閉弁時期 (E V C) 以降の圧力上昇が少なく、ポンプロス L 2 をポンプロス L 1 よりも少なくすることができる。

【0052】

以上説明したように、本実施形態によると、高熱効率化・低 NO_x 化の観点から、着火しにくい燃料であっても混合気の着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる。

【0053】

また、本実施形態によると、混合気の着火性を向上させることによって、エンジン始動時にヒータ等の加熱手段を利用する必要も無くなり、当該加熱手段を不要にできる。

【0054】

さらに、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を変更することによって、燃料噴射弁より噴射された燃料中、改質される燃料の割合・量を調整することができる。このため、適切に着火性を調整することができる。さらに、燃料噴射弁 2 4 によって瞬間的に制御できるため、油圧操作式の可変バルブタイミング機構による制御に比して高応答の制御が可能である。

【0055】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な変更が可能なものであり、例えば、次のように変更して実施することができる。

【0056】

(1) 図 7 は、上記の内燃機関 1 の実施形態を変形して実施した内燃機関 2 を示すものであって、その装置構成の一部を示す模式図である。図 3 に示す内燃機関 1 と説明が重複する部分には、同一の符号を付している。内燃機関 2 は、内燃機関 1 と同様の構成を備えているが、ミキサ 2 3 を備えておらず、ポート噴射用インジェクタ 3 2 を備えている点が内燃機関 1 とは異なる。即ち、この内燃機関 2

は、内燃機関 1 と同様に、予め燃料が空気に混合された混合気が吸入される予混合圧縮着火機関ではあるが、混合される燃料は、ポート噴射用インジェクタ 32 から吸気ポート 17 に噴射されて吸気ポート 17 内で拡散して混合されるようになっている。このように、ミキサの代わりにポート噴射用インジェクタを用いても、内燃機関 1 と同様の効果を奏することができる。なお、内燃機関 2 においては、燃料としては、ガソリンが主として用いられる。

【0057】

(2) 図 8 は、本発明の他の実施形態に係る内燃機関 3 を示すものである。図 3 に示す内燃機関 1 と説明が重複する部分には、同一の符号を付している。内燃機関 3 は、内燃機関 1 と同様の構成を備えているが、ミキサ 23 を備えていない点で異なる。即ち、内燃機関 3 においては、燃焼室 16 内には燃料が混合されていない空気が吸入され、燃料噴射弁 24 からは主燃焼用の燃料も噴射される。なお、「主燃焼用の燃料」とは、圧縮行程の次の燃焼行程（膨張行程）における燃焼用に供される燃料であり、吸排気弁（14、15）がともに閉じている期間 T の間に加圧される燃料を指すものではない。なお、内燃機関 3 においては、燃料としては、ガソリンが主として用いられる。

【0058】

この内燃機関 3 によると、内燃機関 1 の場合と同様に、残留ガスとともに加圧された燃料によって混合気の着火性を向上させた上で、同じ燃料噴射弁 24 より圧縮上死点付近で主燃焼用の燃料を噴射し、主燃焼を行う。したがって、予め燃料が混合された混合気を作るための装置を別途設ける必要がなく、装置構成を簡略化できる。

【0059】

(3) 内燃機関 1 の実施形態においては、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間 T の目標値が、ECU 25 の吸排気弁開閉タイミング制御部 26 によって設定される場合を説明したが、必ずしもこの通りでなくてもよい。即ち、燃料噴射弁 24 から噴射される燃料の量又は燃焼室 16 内に噴射されるタイミングは変更可能であるとともに、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間 T が、予め固定して設定されている内燃機関であってもよい。なお、ここでい

う燃料の噴射されるタイミングとは、燃料噴射弁 24 に供給される燃料を十分に加圧可能な燃料系を備えていることが前提となるが、排気弁 15 の閉弁後にて、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間内の、任意のタイミングをいう。この場合、噴射する燃料の量又は噴射のタイミングを変更することによって改質される燃料の量を調整できるため、吸気弁 14 と排気弁 15 とがともに閉じている期間 T を固定しても、負荷設定の変更に応じて燃料噴射弁 24 を制御して着火性を制御することができる。したがって、吸排気弁（14、15）の開閉タイミングを調整する可変バルブタイミング機構（19、20）を不要にすることができる。

【0060】

（4）内燃機関 1 は、ヒートポンプサイクルに用いられるものに限らず、自動車用エンジン等種々の用途のエンジンに用いられるものであっても本発明の効果を奏することができる。また、内燃機関 2 及び 3 も、ヒートポンプサイクル用エンジン、自動車用エンジン等種々の用途のエンジンとして用いることができる。

【0061】

（5）内燃機関 1 にガソリン燃料を用いてもよく、内燃機関 2 及び 3 に天然ガス等のガス燃料を用いてもよい。

【0062】

（6）本発明は、燃料噴射弁とともに点火プラグも備えて自着火と火花点火が併用できる内燃機関であっても適用することができる。

【0063】

（7）内燃機関 1 の実施形態では、ポンプロスを抑制するために、排気弁 15 の閉弁時期をピストン 12 の吸入上死点よりも進角側に設定するとともに、吸気弁 14 の開弁時期を、同程度、ピストン 12 の吸入上死点よりも遅角側に設定することとしたが、排気弁 15 の進角分と吸気弁 14 の遅角分とは必ずしも同程度には限定されない。

【0064】

（8）例えば、排気弁 15 の閉弁時期の進角分に対し吸気弁 14 の開弁時期の遅角分を少なくしたり、あるいは図 9 に模式的に示すように、遅角分をほぼゼロと

して、吸入上死点付近で吸気弁 14 を開弁させることが可能である。この場合、ピストン 12 が上死点に至った状態、即ち、トラップ後の残留ガスが圧縮されて高温高圧となり且つ内部の燃料が改質された状態において吸気弁 14 が開弁される。従って、吸気弁 14 が開くと図 10 に示すように、改質された燃料を含む高温の残留ガスが吸気側に噴出・逆流して吸気側の混合気と混合し、吸気の加熱が行われることになる（なおこのとき、残留ガスは燃焼室 16 から狭い吸気ポート 17 内に逆流することでその流速が増大し、その運動エネルギーが熱に変わることで、吸気の加熱はより促進される）。その後、ピストン 12 は上死点を越えて吸入行程に至り、残留ガス・改質燃料は吸気側の混合気を伴って燃焼室 16 内に再び導入されるが、上記のとおり吸気は加熱され高温となっているから、着火性はより一層向上されることになる。また、吸気弁 14 の開弁時期を遅角側とする構成に比し、残留ガスはピストン 12 によりほぼ最大限に圧縮され、その仕事分だけ高温となった状態で、吸気側の混合気と混合することになる。従って、吸気側の混合気と混合される時点での前記燃料の改質量がより増大し、これによっても着火性が向上される。

【0065】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によると、高熱効率化・低 NO_x 化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる内燃機関を実現できる。

【0066】

請求項 2 の発明によると、燃料噴射圧を低くすることができ、装置構成を簡略化できる。

【0067】

請求項 3 の発明によると、燃料噴射時には、既に吸気弁及び排気弁ともに閉じた状態になっているため、噴射した燃料が燃焼室外に漏れることがない。

【0068】

請求項 4 の発明によると、着火しにくいガソリン、天然ガス等の燃料を用いても自着火が容易になり、熱効率の高い予混合圧縮着火を実現できるため、高熱効

率化と低 NO_x 化とを両立することができる。

【0069】

請求項5の発明によると、予め燃料が混合された混合気を作るための装置を別途設ける必要がなく、装置構成を簡略化できる。

【0070】

請求項6の発明によると、吸排気弁の開閉タイミングを調整する可変バルブタイミング機構を不要にすることができる。

【0071】

請求項7の発明によると、ピストンが吸入上死点に至った状態（即ち、トラップ後の残留ガスが高温高压となり且つ内部の燃料が改質された状態）において吸気弁が開弁されるので、改質された燃料を含む高温の残留ガスが吸気側に噴出・逆流して吸気側の空気または混合気と混合し、吸気の加熱が行われることになる。従って、吸気が高温となって、着火性を一層向上できる。また、トラップ後の残留ガスはピストンによりほぼ最大限に圧縮され、その仕事分だけ高温高压となった状態で、吸気側の空気または混合気と混合することになる。従って、吸気側の空気または混合気と混合される時点での前記燃料の改質量がより増大し、これによっても着火性の一層の向上が実現される。

【0072】

請求項8の発明によると、内燃機関において、高熱効率化・低 NO_x 化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる。

また、吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間を変更することによって、燃料噴射弁より噴射された燃料中、改質される燃料の割合・量を調整することができる。このため、適切に着火性を調整することができる。

【0073】

請求項9の発明によると、当該制御装置が備えられる内燃機関の装置構成を簡略化できる。

【0074】

請求項10の発明によると、当該制御装置が備えられる内燃機関において、燃

料噴射時には、既に吸気弁及び排気弁ともに閉じた状態になっているため、噴射した燃料が燃焼室外に漏れることがない。

【0075】

請求項11の発明によると、当該制御装置が備えられる内燃機関において、ピストンが吸入上死点に至った状態（即ち、トラップ後の残留ガスが高温高圧となり且つ内部の燃料が改質された状態）において吸気弁が開弁されるので、改質された燃料を含む高温の残留ガスが吸気側に噴出・逆流して吸気側の空気または混合気と混合し、吸気の加熱が行われることになる。従って、吸気が高温となって、着火性を一層向上できる。また、トラップ後の残留ガスはピストンによりほぼ最大限に圧縮され、その仕事分だけ高温高圧となった状態で、吸気側の空気または混合気と混合することになる。従って、吸気側の空気または混合気と混合される時点での前記燃料の改質量がより増大し、これによっても着火性の一層の向上が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

内燃機関を備えるガスヒートポンプの系統図の一例を示したものである。

【図2】

本発明の一実施形態に係る内燃機関をその制御構成を説明するブロック図とともに示した概略図である。

【図3】

図2に示す内燃機関の装置構成の一部を示す模式図である。

【図4】

図2に示す内燃機関における吸気弁及び排気弁の開閉タイミングと燃料噴射タイミングとの関係を模式的に示したものである。

【図5】

図2に示す内燃機関の制御例を説明する図である。

【図6】

本発明によってポンプロスを抑制することができるメカニズムを説明するためにシリンダ内圧力とシリンダ内体積との関係を示したものである。

【図 7】

図 2 に示す内燃機関の実施形態を変形して実施した内燃機関を示すものであって、その装置構成の一部を示す模式図である。

【図 8】

本発明の他の実施形態に係る内燃機関を示すものであって、その装置構成の一部を示す模式図である。

【図 9】

吸気弁及び排気弁の開閉タイミングと燃料噴射タイミングとの関係の別例を模式的に示したものである。

【図 1 0】

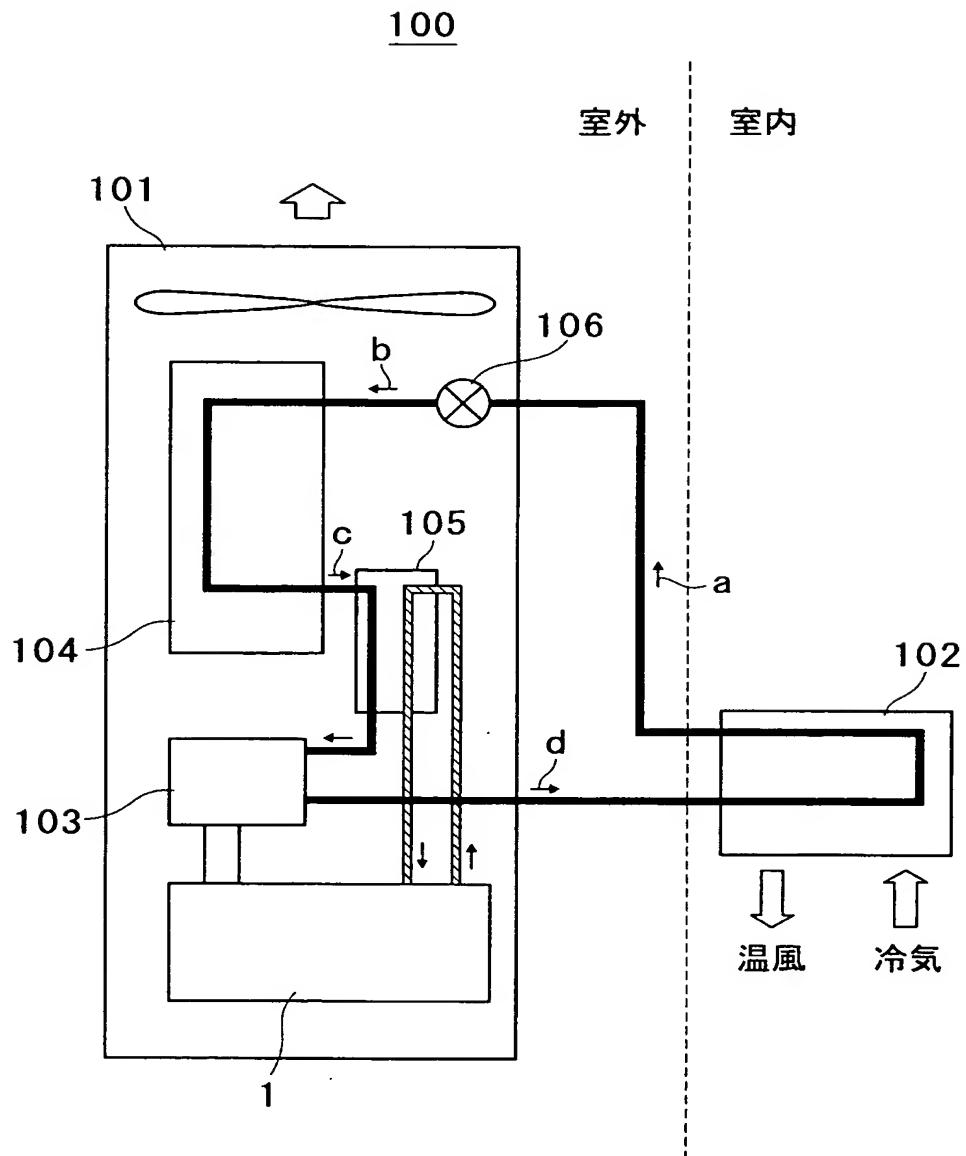
図 9 の開閉タイミングとした内燃機関において、吸気弁を開いたときに残留ガスが逆流する様子を示したものである。

【符号の説明】

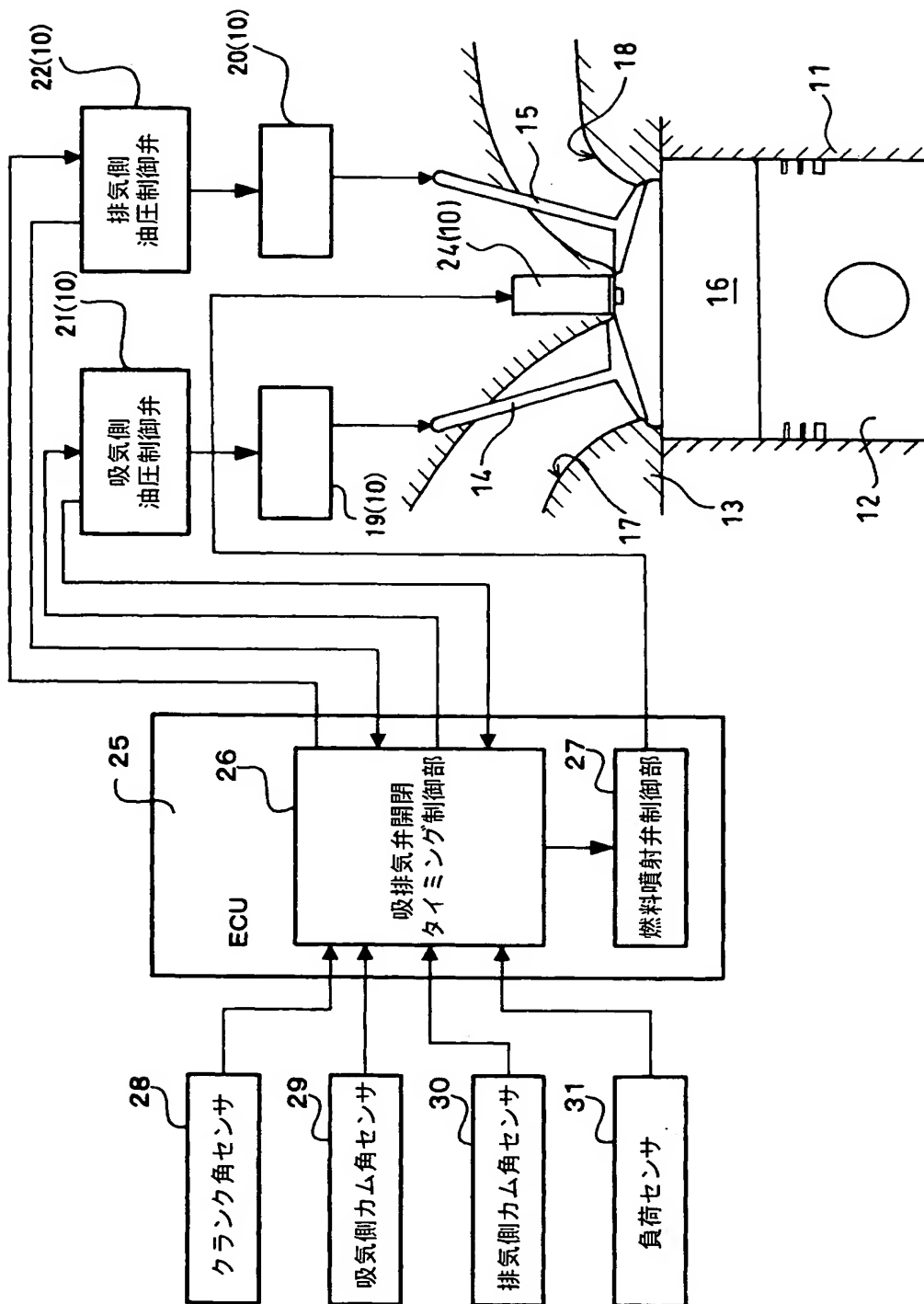
- 1、2、3 内燃機関
- 1 0 内燃機関用制御装置
- 1 4 吸気弁
- 1 5 排気弁
- 1 6 燃焼室
- 2 4 燃料噴射弁
- T 吸気弁と排気弁とがともに閉じている期間
- E V C 排気弁の閉弁時期

【書類名】 図面

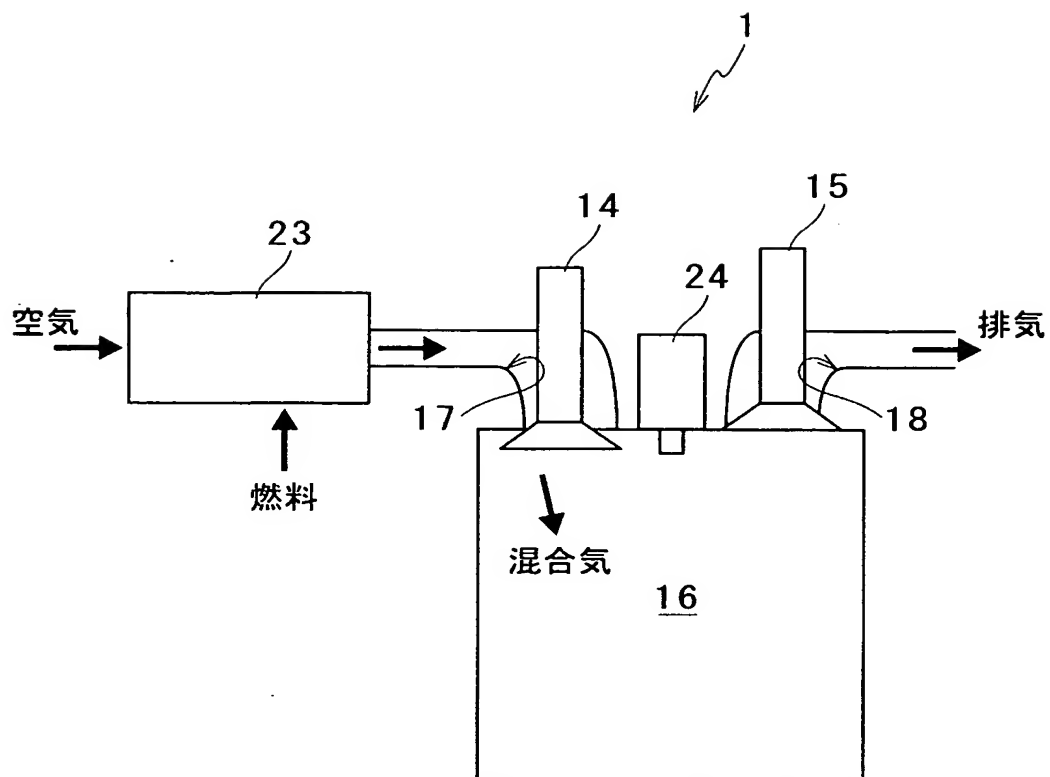
【図 1】



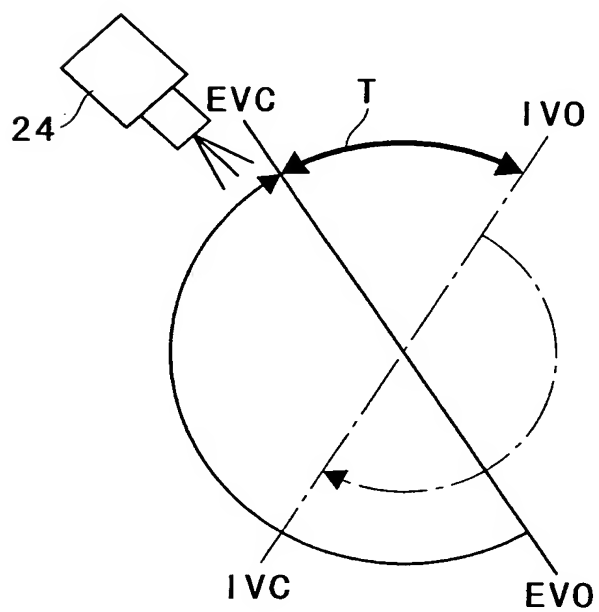
【図 2】



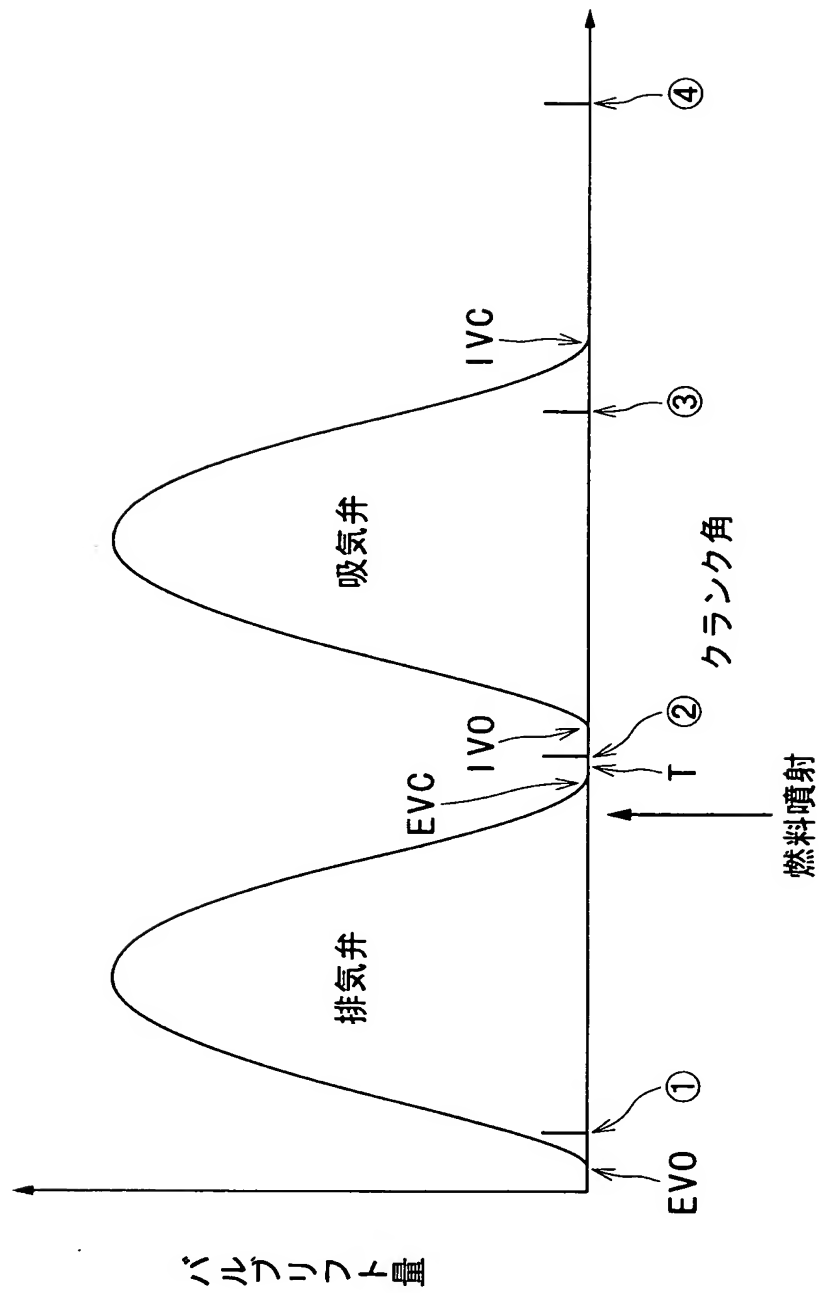
【図 3】



【図 4】

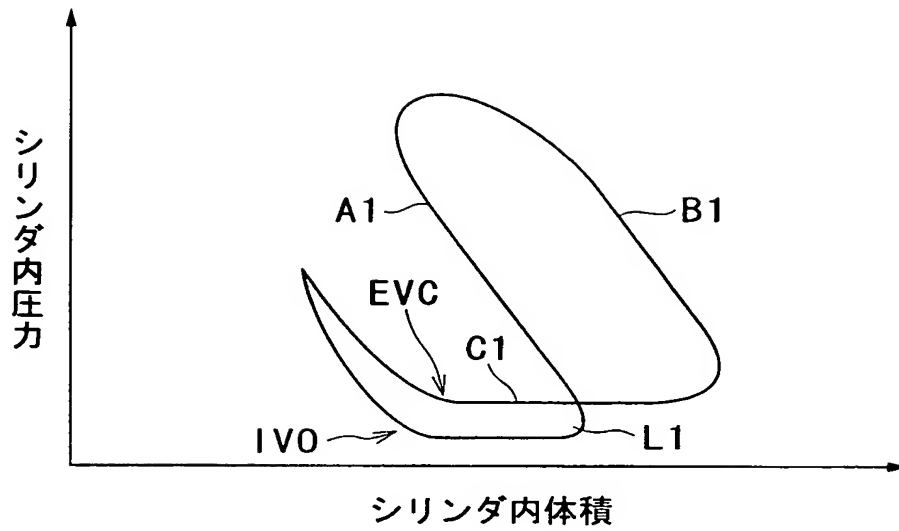


【図 5】

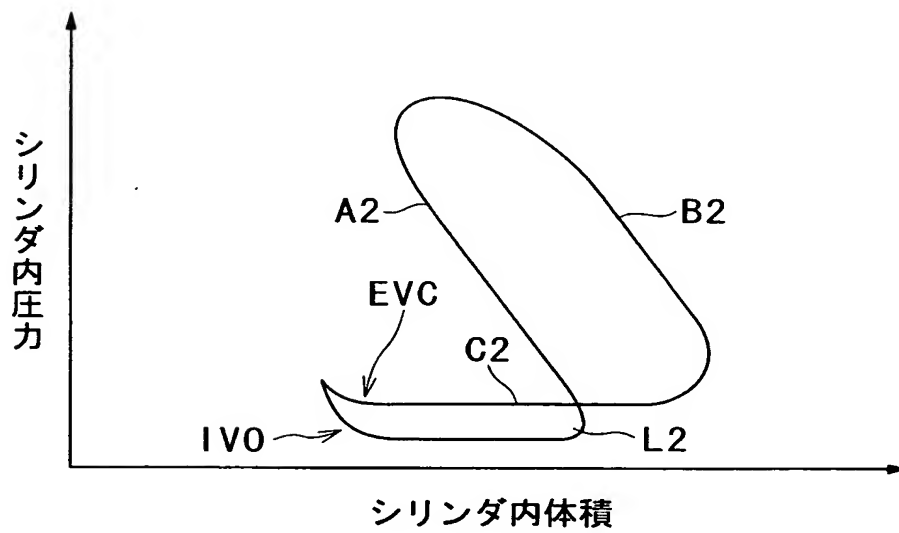


【図 6】

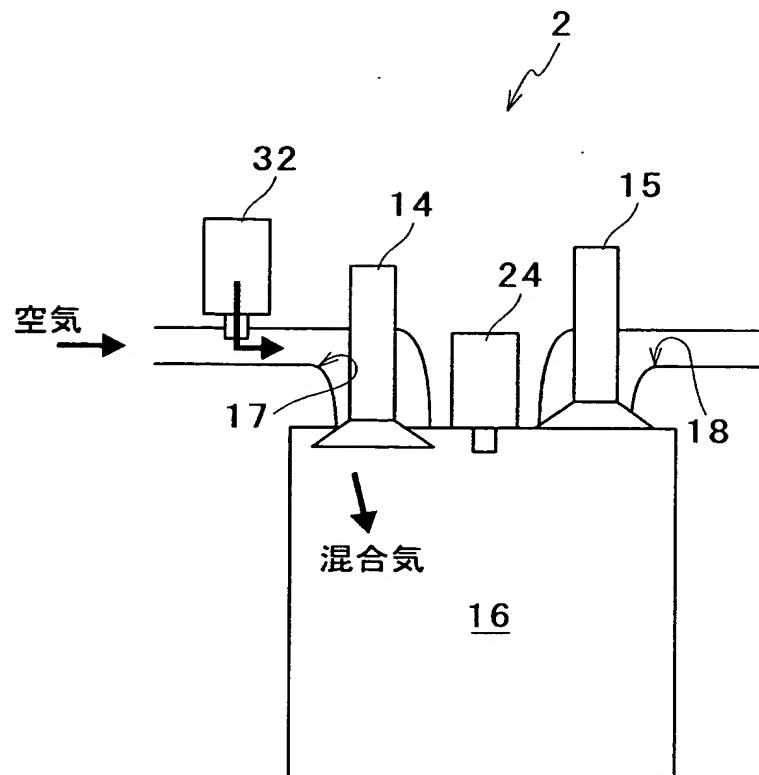
(a)



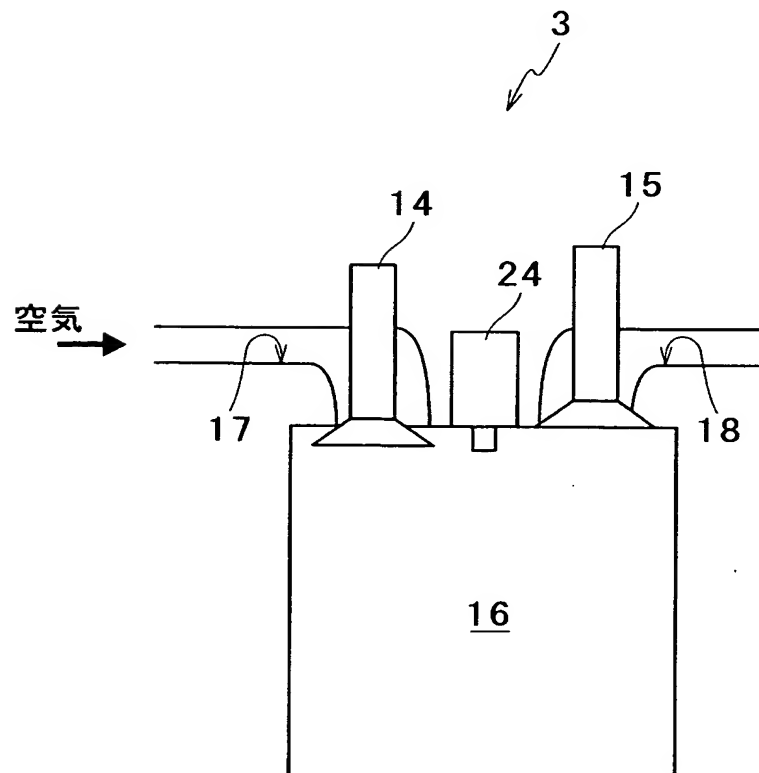
(b)



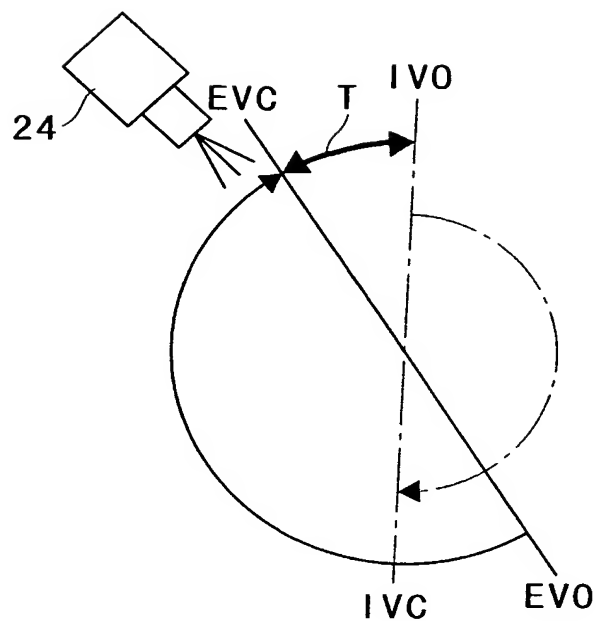
【図 7】



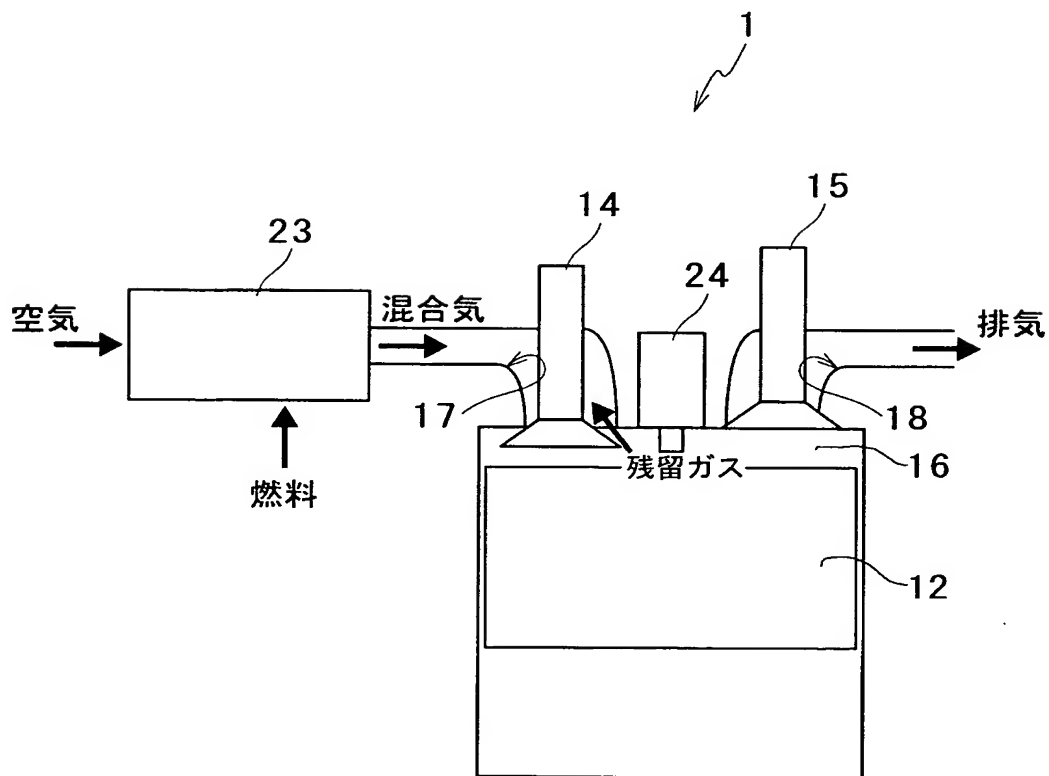
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高熱効率化・低 NO_x 化の観点から、着火しにくい燃料であっても着火性を向上させるとともに、熱効率の向上を図り、運転可能負荷範囲を拡大することができる、内燃機関を提供する。

【解決手段】 排気行程から吸気行程にかけて、吸気弁 1 4 と排気弁 1 5 とがともに閉じている期間 T を設定可能な内燃機関において、燃烧室 1 6 内に向けて燃料を噴射可能な燃料噴射弁 2 4 を備え、排気弁 1 5 の閉弁時期 E V C が、吸入上死点よりも進角側のタイミングに設定され、吸気弁 1 4 と排気弁 1 5 とがともに閉じている期間 T 中に、燃料噴射弁 2 4 から噴射された燃料が、燃烧室 1 6 内に残留したガスとともに加圧される。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 4 6 7 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 1 8]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 8 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地

氏 名

株式会社豊田自動織機